電動発電機実験装置

MG-WD-120P　（1.5kW 巻線形三相誘導電動機×1kW 直流発電機＋実験装置盤）

MG-WD-220P　（2.2kW 巻線形三相誘導電動機×2kW 直流発電機＋実験装置盤）

取扱説明書

お願い
この取扱説明書は、実際に御使用になられる方のお手元にも
必ず届くよう、お取り計らい下さい。

株式会社 精工社製作所

MG-WD-□20P　IN No.4133(2)

1.もくじ

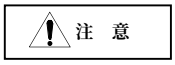
1. もくじ ---------- 1
2. 安全上の注意事項 ---------- 2
3. 警告ラベル貼付位置 ---------- 4
4. 定格仕様 [電動発電機] [実験装置盤] ---------- 6
5. 実験装置器機配置 ---------- 8
6. 盤面取付器機の配線 ---------- 9
7. 電源入力端子台 ---------- 11
8. 巻線形三相誘導電動機 [巻線抵抗の測定] ---------- 12
9. 巻線形三相誘導電動機 [始動試験] ---------- 13
10. 円線図の作成 [無負荷試験] ---------- 15
11. 円線図の作成 [拘束試験] ---------- 17
12. 直流発電機 [無負荷飽和特性試験(他励)] ---------- 19
13. 直流発電機 [自励特性試験] ---------- 21
14. 直流複巻発電機 [負荷特性試験] ---------- 23
15. 直流分巻発電機 [負荷特性試験] ---------- 25
16. 付録 [指示計器の新表示法] ---------- 27

2.安全上の注意事項

据付、運転、保守、点検の前に必ずこの取扱説明書とその他の付属書類をすべてについて熟読し、正しく御使用ください。機器の知識、安全の情報、そして注意事項の全てについて習熟してから御使用ください。

この取扱説明書では、安全注意事項のランクを「高度の危険」、「危険」、「注意」として区分してあります。

高度の危険	取扱を誤った場合に、極度に危険な状況が起こりえて、死亡又は重傷を受ける可能性が想定される場合。
危　険	取扱を誤った場合に、危険な状況が起こりえて、死亡又は重傷を受ける可能性が想定される場合。
注　意	取扱を誤った場合に、危険な状況が起こりえて、中程度の傷害や軽傷を受ける可能性が想定される場合及び物的損害のみの発生が想定される場合。

 に記載した事項でも、状況によっては重大な結果に結びつく可能性があります。
いずれも重要な内容を記載しておりますので、必ず守って下さい。

2.安全上の注意事項

危　険

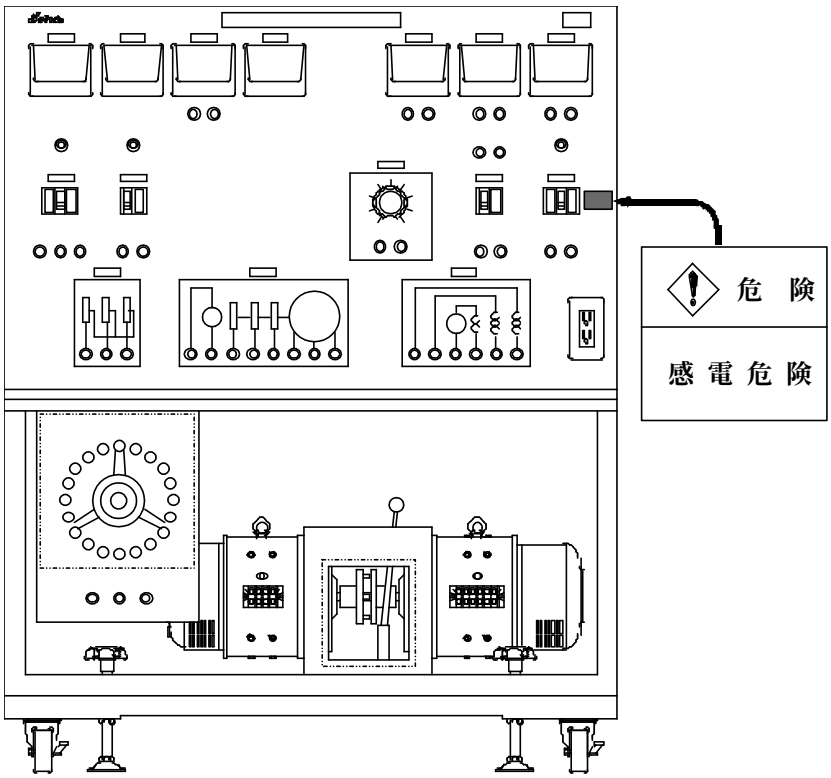
- 危険な為、運搬したり据え付ける場合は、本体の下に手や足を絶対に入れないで下さい。
- 感電の危険がある為､配線工事をする場合は電源を必ず切り確認の後に工事を行って下さい。
- 火災の危険がある為、水滴の掛かった状態での運転は絶対にしないで下さい。
- 感電の危険がある為、濡れた手での操作は絶対にしないで下さい。
- 感電の危険がある為、電気回路、器具等の保守点検を行う場合は電源を「OFF」にして行って下さい。
- クラッチカップリングを入り・切りする場合は、回転が完全に停止している事を確の上行って下さい。

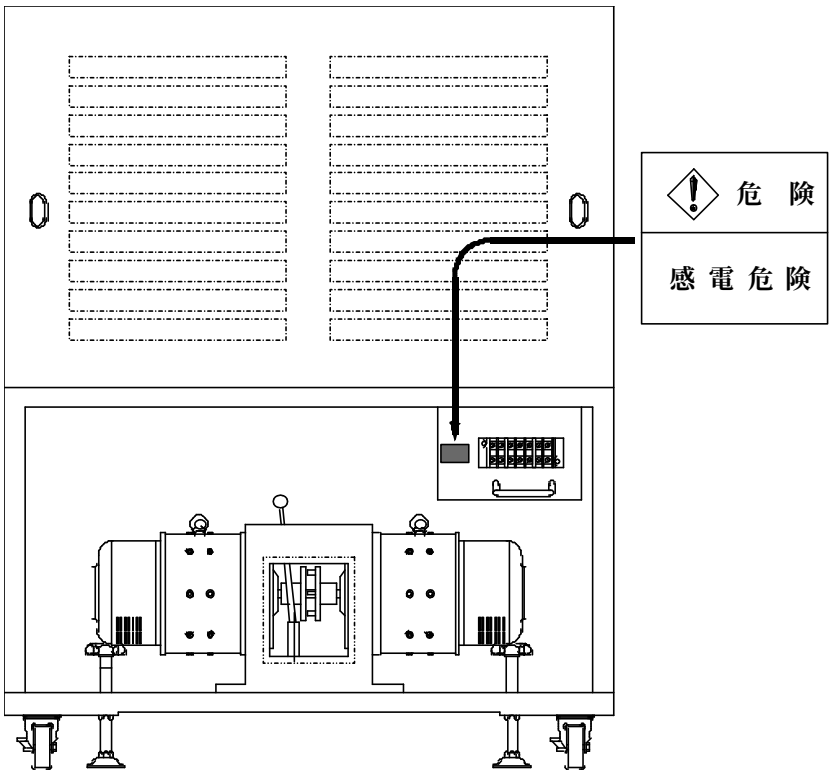
注　意

- 感電を防ぐ為、アース端子を接地して下さい。
- 本器への損傷を防ぐ為、抵抗器又は変圧器のタップ位置は正当な理由のない限り変更しないで下さい。
- 転倒の恐れがある為、キャスタ付機器の上に乗らないで下さい。
- 正当な理由のない限り分解、組立は行わないで下さい。
- 安全を確保する為、警告ラベルが剥がれたり汚損した場合は新しい物と取り換えて下さい。

3.警告ラベル貼付位置

図中の ■ は警告ラベルを表します。

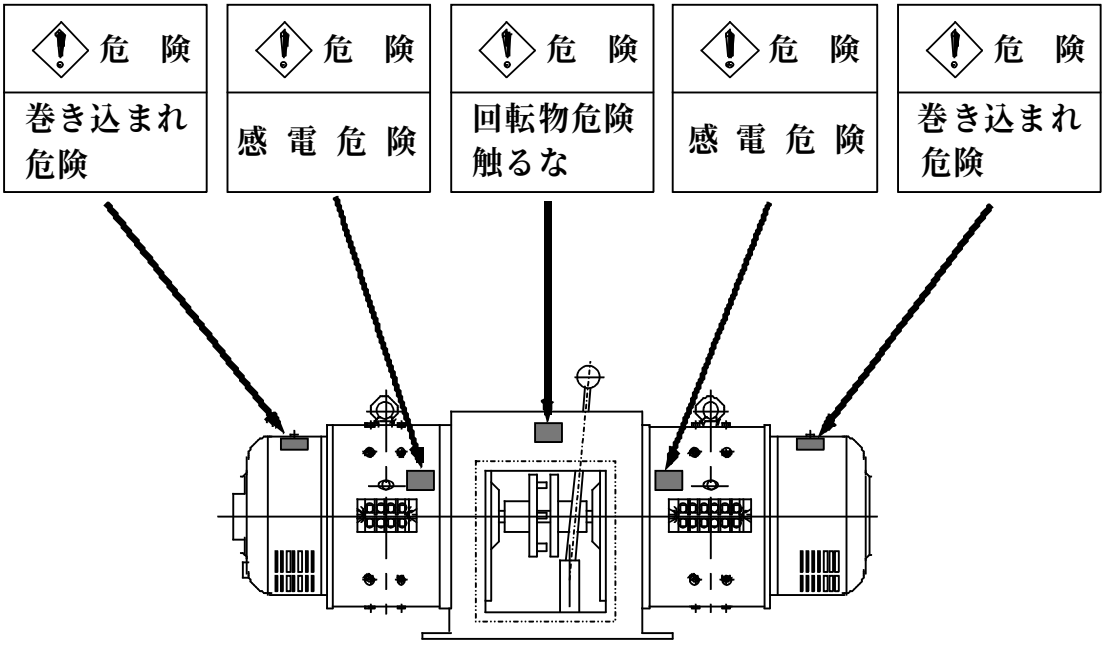




※ 図は警告ラベルの貼付位置を示したもので、形式、盤面形状により異なる場合があります。

3.警告ラベル貼付位置

図中の■は警告ラベルを表します。



□ 警告ラベル(巻き込まれ危険)は防滴板上部に貼り付け。
□ 警告ラベル(感電危険)は端子台上方に貼り付け。
□ 警告ラベル(回転物危険触るな)は直結枠上部の前後に貼り付け。

4.定格仕様

■ 電動発電機

形式	MG-WD-120P			
	電動機		発電機	
機種	巻線形誘導		直流	
容量	1.5 kW		1 kW	
極数	4 P		4 P	
回転速度	1500 min^{-1}	1800 min^{-1}	1500 min^{-1}	1800 min^{-1}
電圧	200 V	220 V	100 V	
電流	6.8 A	6.2 A	10 A	
巻線方式	巻線形		複巻／分巻	
周波数	50 Hz	60 Hz	—	
相数	3 φ		—	
二次電圧	200 V		—	
二次電流	5.1 A		—	
時間定格	連続		連続	
枠番号	SI-1.2R		SS-1.2D	

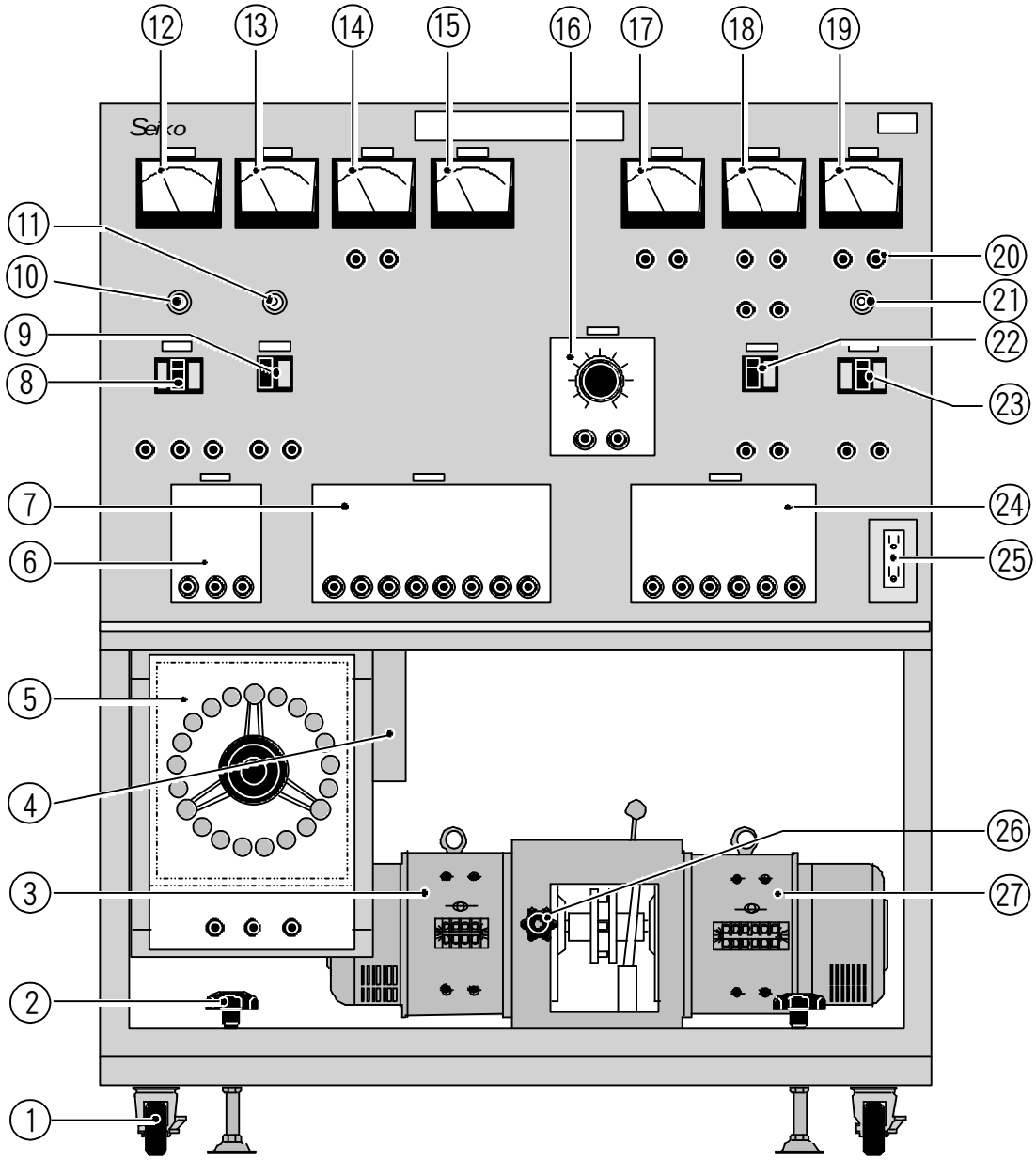
形式	MG-WD-220P			
	電動機		発電機	
機種	巻線形誘導		直流	
容量	2.2 kW		2 kW	
極数	4 P		4 P	
回転速度	1500 min^{-1}	1800 min^{-1}	1500 min^{-1}	1800 min^{-1}
電圧	200 V	220 V	100 V	
電流	9.6 A	9.0 A	20 A	
巻線方式	巻線形		複巻／分巻	
周波数	50 Hz	60 Hz	—	
相数	3 φ		—	
二次電圧	200 V		—	
二次電流	7.0 A		—	
時間定格	連続		連続	
枠番号	SI-1.5R		SS-1.5D	

4.定格仕様

■ 実験装置盤

機器名		MG-WD-120P	MG-WD-220P
三相 200V 電源電圧計		AC 0～300V	AC 0～300V
直流 100V 電源電圧計		DC 0～150V	DC 0～150V
回転速度計		0～2500 min^{-1}	0～2500 min^{-1}
電動機入力電流計		AC 0～10A	AC 0～15A
発電機出力電圧計		DC 0～150V	DC 0～150V
発電機出力電流計		DC 0～15A	DC 0～30A
発電機界磁電流計		DC 0～2.5A	DC 0～3A
三相 200V 電源遮断器		30AF/10AT 3P	30AF/15AT 3P
直流 100V 電源遮断器		30AF/3AT 2P	30AF/5AT 2P
単相 100V 電源遮断器		30AF/10AT 2P	30AF/10AT 2P
負荷遮断器		30AF/20AT 2P	30AF/30AT 2P
三相 200V 電源表示灯		AC 200V LED	AC 200V LED
直流 100V 電源表示灯		DC 100V LED	DC 100V LED
単相 100V 電源表示灯		AC 100V LED	AC 100V LED
始動抵抗器		200/220V 6.8/6.2A SR-1T 形	200/220V 9.6/9.0A SR-1T 形
発電機用界磁調整器		200W 120Ω A	200W 150Ω A
単相 100V コンセント		接地付ダブルコンセント	接地付ダブルコンセント
ディスプレイ		巻線形三相誘導電動機	巻線形三相誘導電動機
		始動抵抗器	始動抵抗器
		直流(複巻／分巻)発電機	直流(複巻／分巻)発電機
		発電機用界磁調整器	発電機用界磁調整器
電源端子台		600V 50A 定格	600V 50A 定格
キャスタ		φ75 ストッパー付 4 個	φ75 ストッパー付 4 個
ストッパー		前面操作 2 個	前面操作 2 個
寸法(mm)	W	1200	1200
	H（約）	1500	1500
	D	700	700
質量（約）		270kg (電動発電機を含む)	280kg (電動発電機を含む)

5.実験装置機器配置

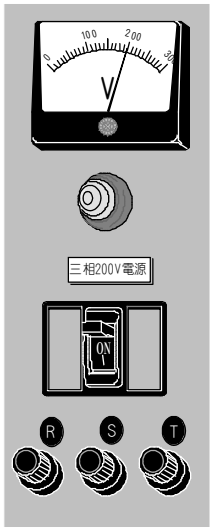


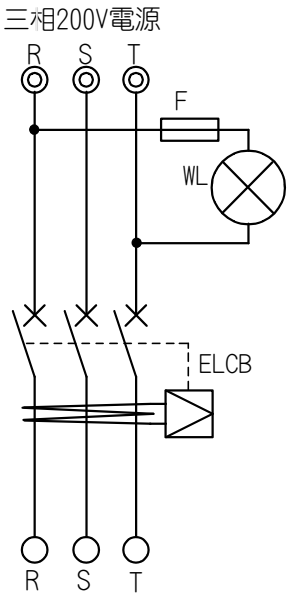
1	キャスター	11	電源表示灯(直流 100V)	21	電源表示灯(単相 100V)
2	ストッパー	12	電圧計(三相 200V)	22	負荷遮断器
3	電動機	13	電圧計(直流 100V)	23	電源遮断器(単相 100V)
4	電源端子台（裏面側）	14	電流計(電動機入力電流)	24	ディスプレイ(発電機)
5	始動抵抗器	15	回転速度計	25	単相 100V コンセント
6	ディスプレイ(始動抵抗器)	16	界磁調整器(発電機用)	26	拘束試験ロックノブ
7	ディスプレイ(電動機)	17	電圧計(発電機出力電圧)	27	発電機
8	電源遮断器(三相 200V)	18	電流計(発電機出力電流)		
9	電源遮断器(直流 100V)	19	電流計(発電機界磁電流)		
10	電源表示灯(三相 200V)	20	実験端子		

6.盤面取付機器の配線

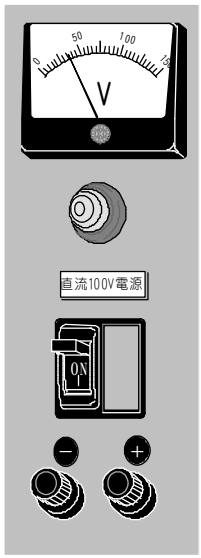
実験装置に取り付けられている機器のほぼすべてについて既に配線が施されています、実験を行う場合には、それぞれの実験端子と各機器間を接続して行います。

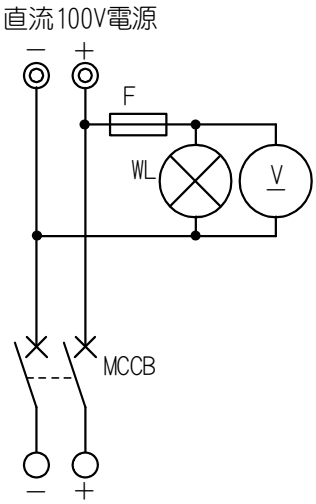
三相 200V 電源



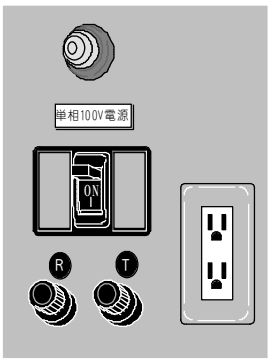


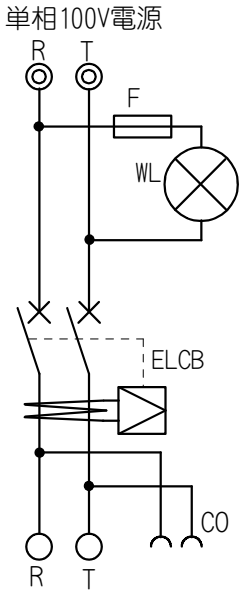
直流 100V 電源



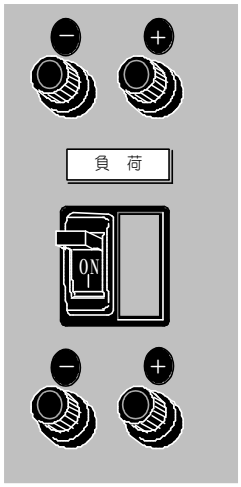


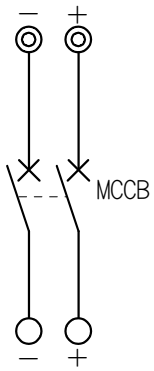
単相 100V 電源





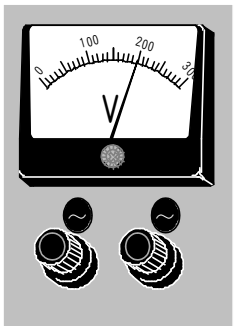
負荷

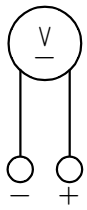




6.盤面取付機器の配線

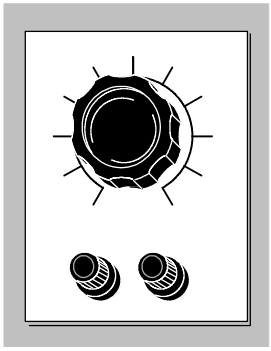
実験用接続計器

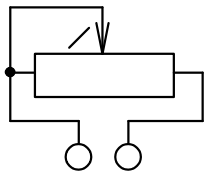




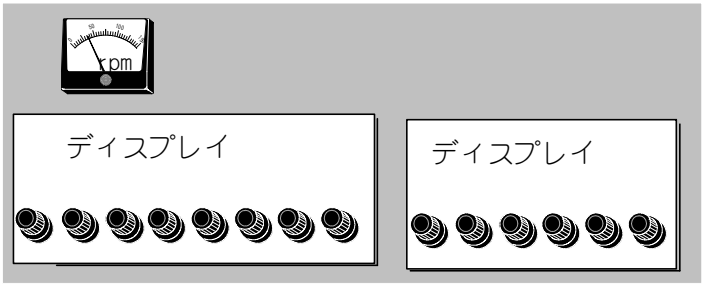
※図では電圧計として記載されていますが電流計も同じです。

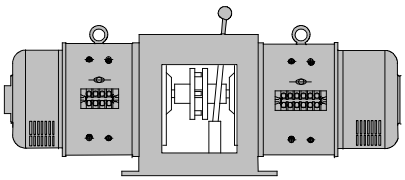
界磁調整器

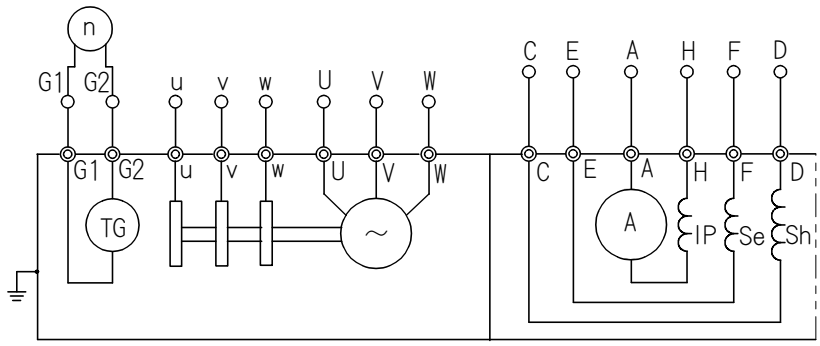




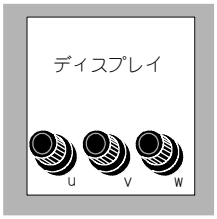
電動発電機

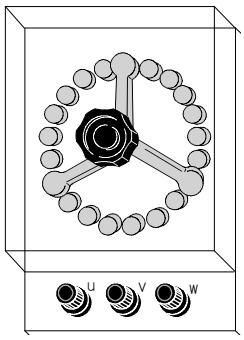


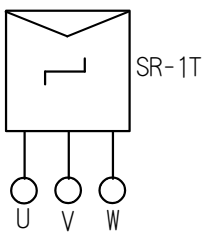




始動抵抗器

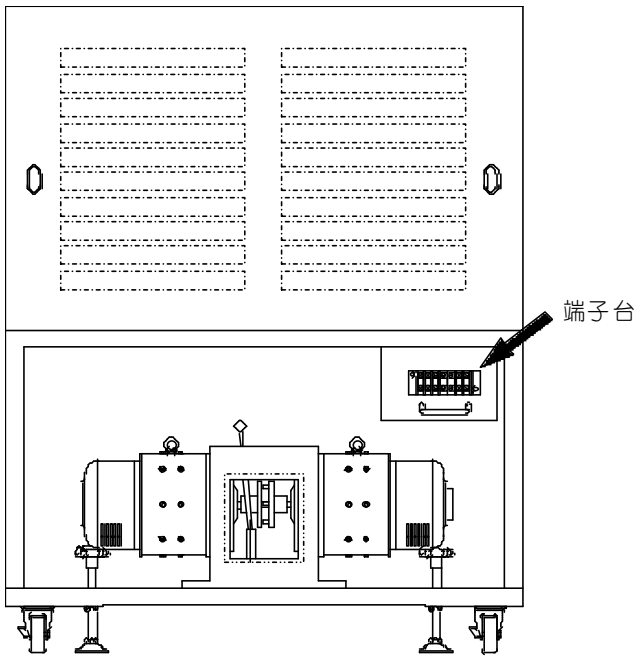


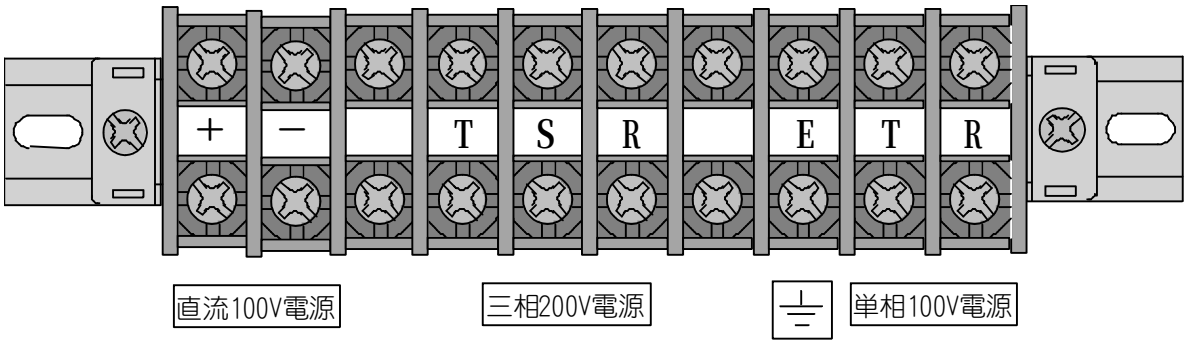




7.電源入力端子台

電源入力端子台には、三相 200V 電源、直流 100V 電源、単相 100V 電源が接続できます。
それぞれの最大電流値は、前項 6.盤面取付機器の配線にあるように遮断器の容量によって決まります、遮断器容量は、4.定格仕様[実験装置盤]に記載されています。
電源供給配線は電流容量と電圧降下を考慮した太さの電線を使用して下さい。また、接地は感電事故防止のため電気設備技術基準に該当する接地を必ず行って下さい。





定格	
絶縁電圧	600V
適合圧着端子と最大電流	3.5㎟ －30A 5.5㎟ －40A 8㎟ －50A
端子ネジ	M5×12 ± セルフアップ
締め付けトルク	2.2～2.8N・m

8.巻線形三相誘導電動機　[巻線抵抗の測定]

巻線の抵抗測定は特性計算および抵抗法による巻線の平均温度測定のために行います。巻線抵抗の測定は電動機を静止、冷温状態で行ってください。
測定方法は、直流を用いた電圧降下法やブリッジ法があり、電圧降下法では安定した電圧で十分な容量を持つ直流電源に巻線端子を接続し、巻線温度が 1℃以上上昇することのないよう迅速に、また回路の過渡現象の影響を受けないように指示の安定したときに、電圧および電流を測定します。
ブリッジ法では、1Ω以上の抵抗測定にはホイートストンブリッジまたはダブルブリッジを用い、1Ω未満の抵抗測定にはダブルブリッジを用いて測定します。

巻線抵抗を測定し表 8.1 に記録し、基準温度 T (℃)における値に換算します。
(本機の絶縁種別は E 種ですので T=75 で計算します。)

$$r1 = \frac{R1}{2} \cdot \frac{235+T}{235+t} \quad (℃)$$

r1：基準巻線温度における巻線 1 相の抵抗（Ω）
R1：各端子間で測定した巻線抵抗の平均値(Ω)
T：基準温度 75(℃)
t：抵抗測定時の周囲温度(℃)
　　ただし巻線の絶縁種別が A.E.B 種の場合　T＝75℃
　　F.H 種の場合　　T＝115℃

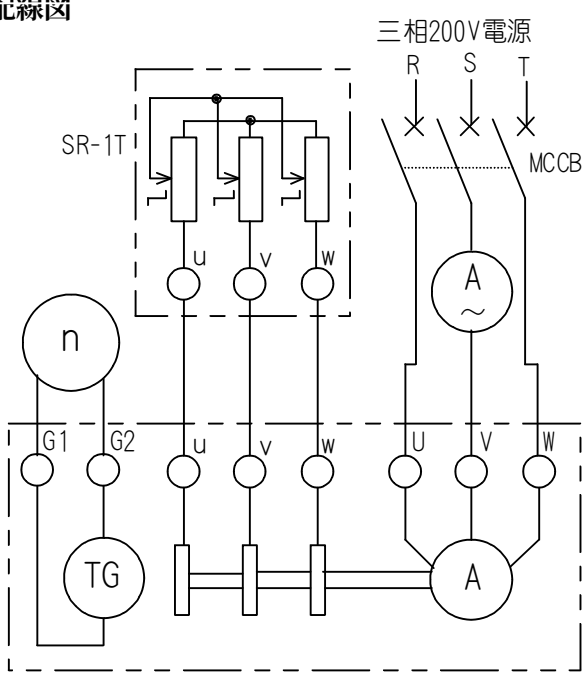
表 8.1

測定端子	U-V	V-W	W-U	周囲温度 (℃)
端子間抵抗 R(Ω)				
平均値 R1(Ω)				

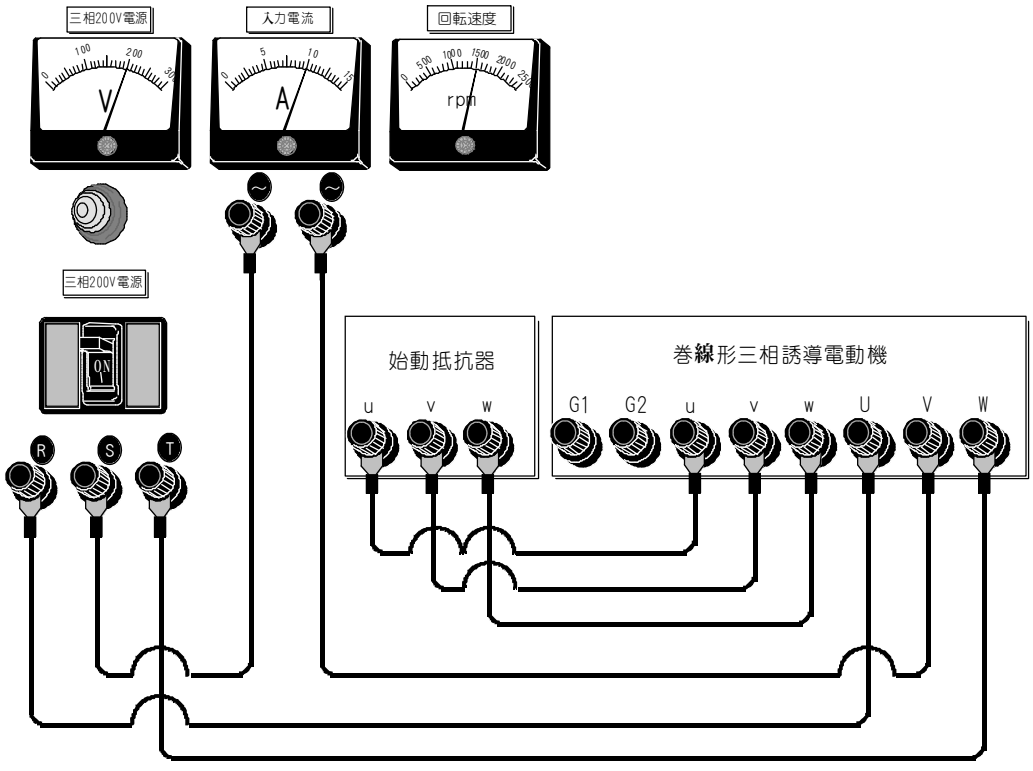
9.巻線形三相誘導電動機　[始動試験]

巻線形三相誘導電動機の始動方法は、二次抵抗始動法とリアクトル始動法があります。
二次抵抗始動法は、二次抵抗を制御することによりトルク、電流が容易に制御できます。また、始動電流は負荷の性質にもよりますが、普通、定格電流程度に抑えることができます、このため比較的安価であるので通常はこの方式が用いられます。
リアクトル始動法は、二次抵抗法に比べてコンタクタの数が減るのと、連続的にトルクを変えられるのが特長ですが、装置制御が複雑になるので、一般的にはあまり用いられません。

■　配線図



■　盤面配線図



9.巻線形三相誘導電動機　[始動試験]

■　実験順序

１．盤面配線図を参考にして結線をします。

２．動抵抗器が始動位置にあることを確認します。

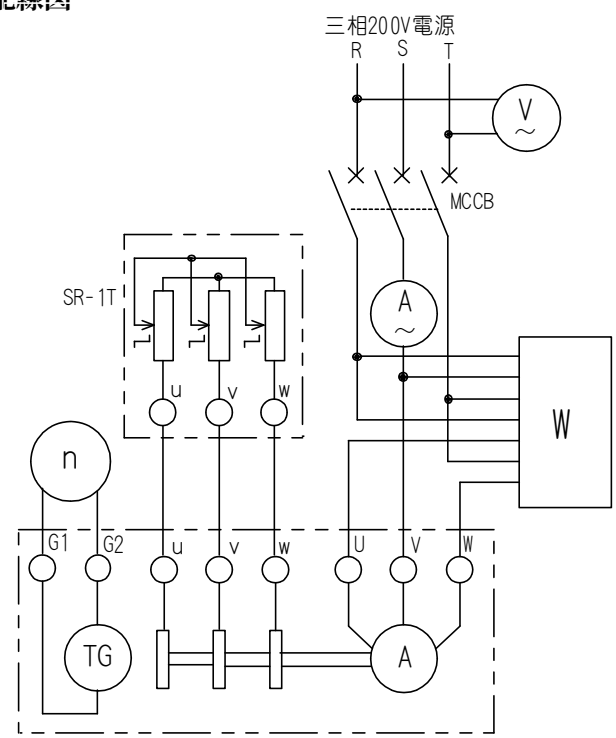
３．三相 200V 電源を投入します。

４．始動抵抗器を右回転し、徐々に抵抗値を減少させ、運転ノッチ位置にます。

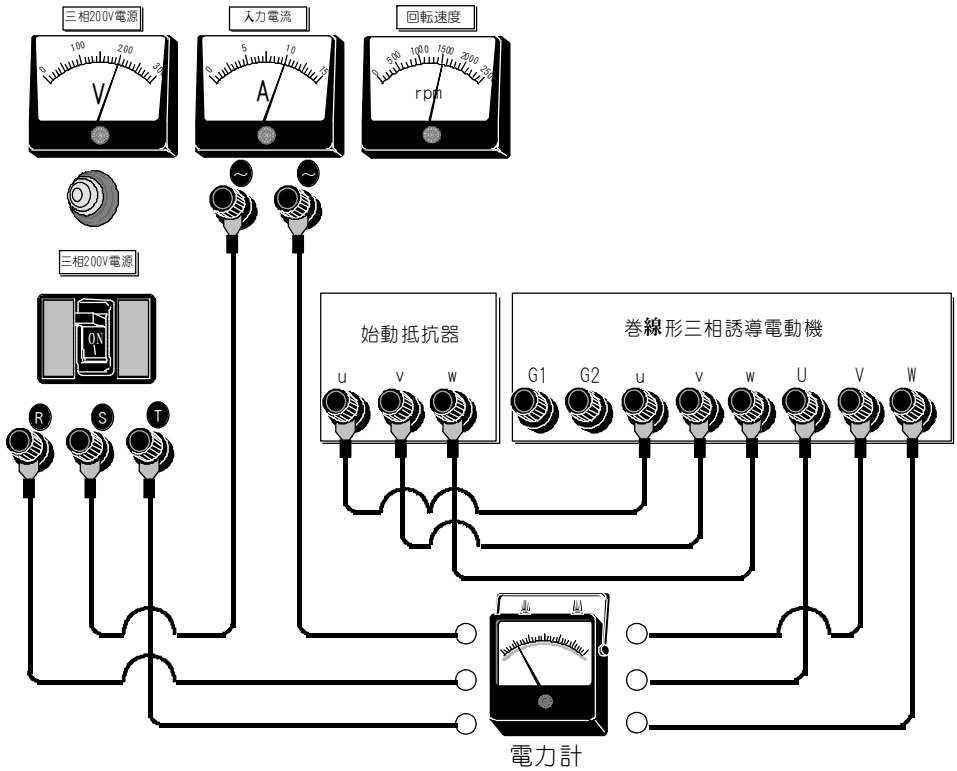
10.円線図の作成　[無負荷試験]

円線図を作成するには、無負荷電流の有効分 Iow、無効分 Iol、短絡電流の有効分 Isw、無効分 Isl、および 1 相の巻線抵抗 r1 の値が必要です。このためここでは無負荷試験を行い、定格周波数の定格電圧 V1(V)を加えたときの無負荷入力 Wo(W)、無負荷電流 Io(A)を測定し、無負荷電流の有効分 Iow、無効分 Iol を求めます。

■　配線図



■　盤面配線図



10.円線図の作成 [無負荷試験]

■ 実験順序

1．盤面配線図を参考にして結線をします。
2．カップリング(軸接手)をはずします。
3．電源遮断器を ON にして、電動機を始動します。
4．定格電圧 V1(V)、無負荷電流 Io(A)、無負荷入力 Wo(W)を測定し、表 10.1 に記録します。
5．無負荷電流の有効分 Iow、無効分 Iol を計算により求めます。

表 10.1

電圧 V1(V)	電流 Io(A)	入力 Wo(W)	回転速度 No(min^{-1})

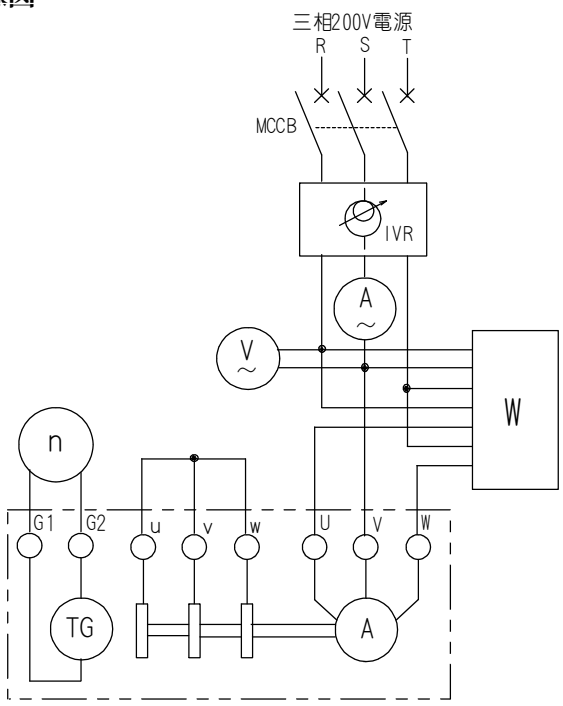
無負荷電流 Io の有効分　　$Iow = \dfrac{\text{入力 Wo(W)}}{\sqrt{3} \times \text{電圧 V1(V)}}$

無負荷電流 Io の無効分　　$Iol = \sqrt{Io^2 - Iow^2}$

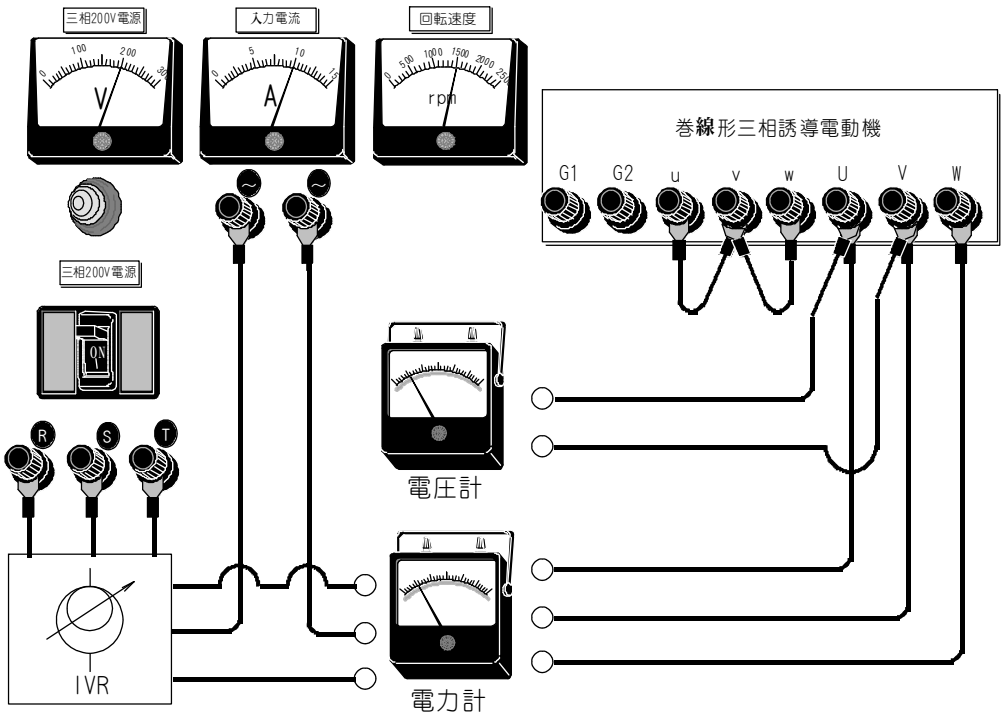
11.円線図の作成　[拘束試験]

円線図を作成するには、無負荷電流の有効分 Iow、無効分 Iol、拘束電流の有効分 Isw、無効分 Isl、および１相の巻線抵抗ｒ1 の値が必要です。このためここでは拘束試験を行い、定格周波数の電圧 Vs'(V)を加えたときの入力 Ws'(W)、拘束電流 Is'(A)を測定し、拘束電流の有効分 Isw、無効分 Isl を求めます。

■　配線図



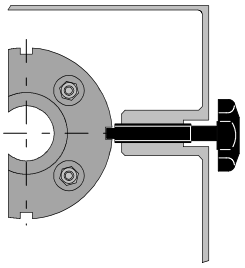
■　盤面配線図

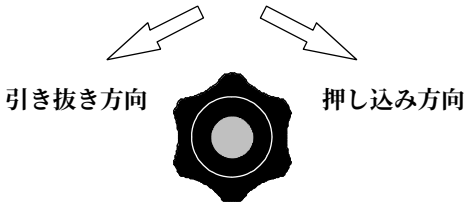


※　配線図では、印可電圧調整に IVR（誘導電圧調整器）を使用する方法で記載されています、他の方法として発電機を使用する方法があります。

11.円線図の作成 [拘束試験]

拘束装置





☆拘束試験時には、上図のように拘束試験ロックノブを押し込み方向(時計方向)に廻し、ロック用ボルトの先端を電動機側のカップリング(軸接手)の溝に入れ、軽く締めます。
☆通常の試験時は、拘束試験ロックノブを引き抜き方向(反時計方向)に廻し、ロック用ボルトの先端が直結枠内に隠れるまで廻します。
☆運転中にロック用ボルトの先端を出さないようにして下さい。

■ 実験順序

1．盤面配線図を参考にして結線をします。
2．電動機の回転子を拘束装置によって拘束します。
3．誘導電圧調整器が最低電圧位置にあることを確認します。
4．三相電源遮断器を ON にします。
5．拘束電流 Is'(A)が定格電流に等しくなるように誘導電圧調整器を調整し、この時の電圧 Vs'(V) 入力 Ws'(W)、電流 Is'(A)を測定し、表 11.2 に記録します。
6．誘導電圧調整器を最低電圧位置に戻し、三相電源遮断器を OFF にします。
7．拘束装置を外し、回転子の位置を変えて再び計測し、記録します。
8．計測が終了したら拘束装置を外しロック状態になっていないことを確認します。
9．基準巻線温度における拘束電流の有効分 Isw および無効分 Isl を求めます。
10．巻線抵抗測定、無負荷試験、拘束試験を元に円線図を作成します。

表 11.2

電圧 Vs'(V)	電流 Is'(A)	入力 Ws'(W)

全電圧拘束電流 Is　　$Is = \dfrac{Is' \times V1}{Vs}$

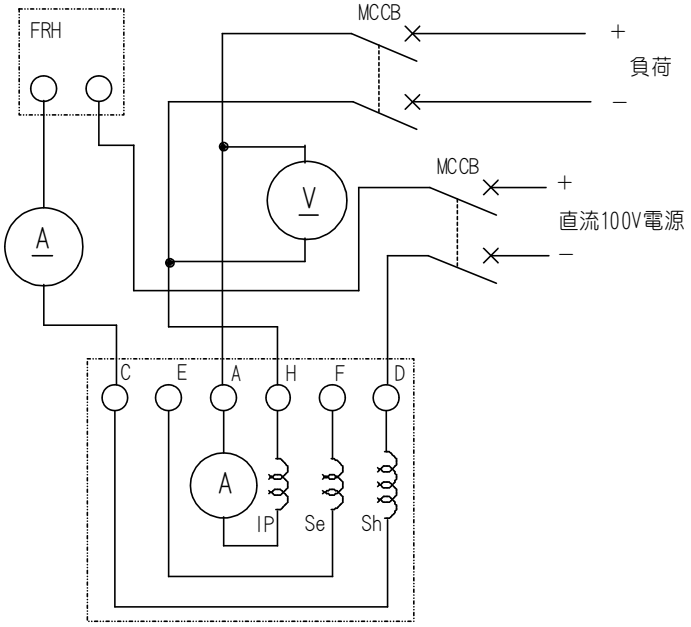
Is の有効分　　$Isw = \dfrac{Ws' \times V1}{\sqrt{3}\ Vs'^2}$

Is の無効分　　$Isl = \sqrt{Is^2 - Isw^2}$

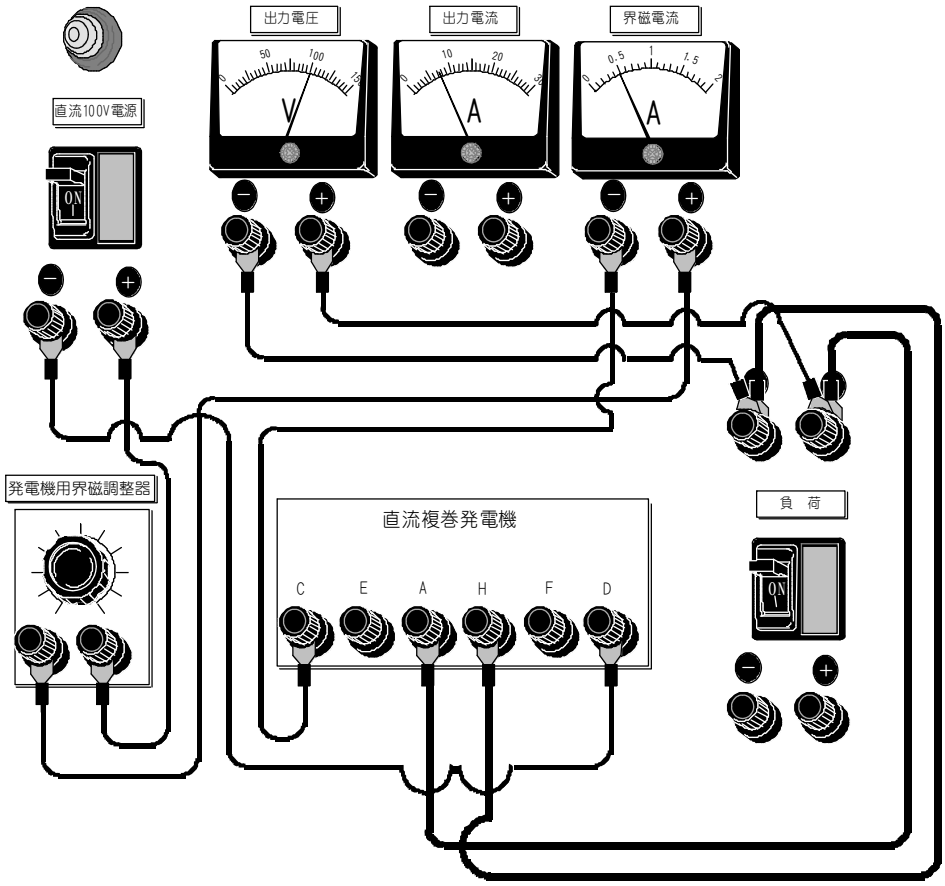
12.直流発電機　[無負荷飽和特性試験(他励)]

直流発電機を他励として、一定の速度で運転し、界磁電流 If(A)を零から順次増加させると、界磁束φはほぼこれに比例します。従って誘導起電力 E(V)も比例して変化するが残留磁気および飽和現象によって界磁電流 If(A)の変化は誘導起電力 E(V)に比例しなくなります。

■配線図



■盤面配線図



12.直流発電機　[無負荷飽和特性試験(他励)]

■実験順序

1．盤面配線図を参考にして結線をします。
2．界磁調整器のハンドルを抵抗最大の位置にします。
3．負荷遮断器が「OFF」になっている事を確認します。
4．電動機を始動し、定格回転速度に調整します。
5．界磁調整器を調整し、界磁電流 If(A)を順次増加させそのときの誘導起電力 E(V)を測定し、表 12-1 に記録します。
6．誘導起電力 E(V)の指示値が 130%～150%になって飽和現象が現れてきたら界磁電流 If(A)を順次
7．減少させ、同じく表 12-1 に記録します。
8．表 12-1 の記録から図 12-1 を描きます。

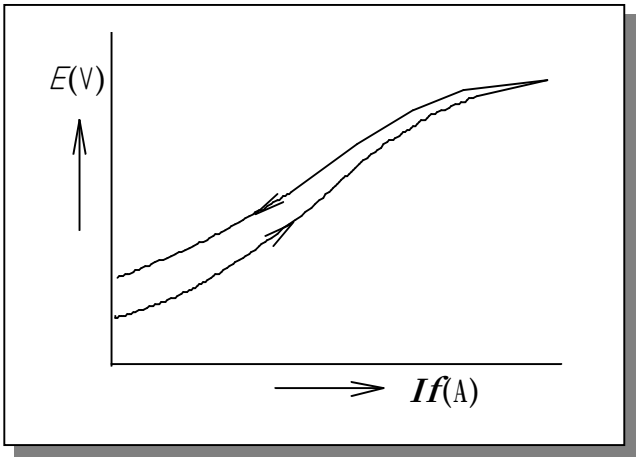
“注意事項“

（1）無負荷飽和特性の試験では、界磁電流 If(A)の増加中は減少、減少中は増加させないでください。
（2）無負荷飽和特性の試験では、回転速度を一定に保ってください。

表 12-1

界磁電流 If(A)	誘導起電力 E(V)

図 12-1



13.直流発電機　[自励特性試験]

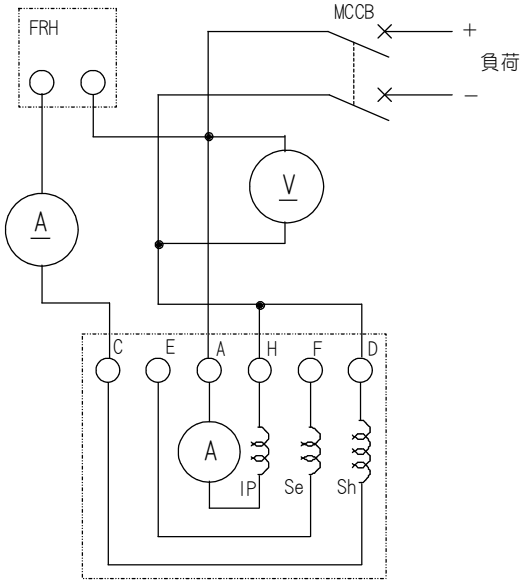
他励式と自励式の場合との界磁抵抗の調整による誘導起電力の変化を調べます。
前項の[無負荷飽和特性試験(他励)]から、界磁回路抵抗 Rf(Ω)を求めます。
（界磁回路電圧 Vf(V)は、DC100V 励磁電源電圧です。）

$$\text{界磁回路抵抗 Rf}(\Omega) = \frac{\text{界磁回路電圧 Vf(V)}}{\text{界磁電流 If(A)}}$$

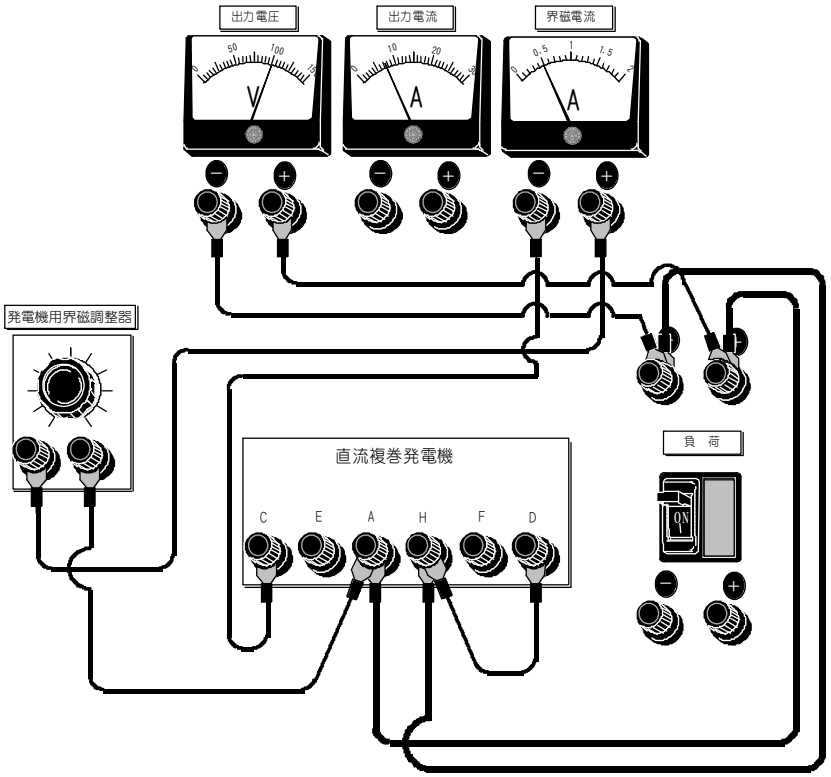
また、自励特性試験を行い、その時の界磁回路抵抗 Rf(Ω)を求めます。

$$\text{界磁回路抵抗 Rf}(\Omega) = \frac{\text{誘導起電力 E(V)}}{\text{界磁電流 If(A)}}$$

■配線図



■盤面配線図



13.直流発電機　[自励特性試験]

■実験順序

1．配線図を参考にして結線をします。
2．界磁調整器のハンドルを抵抗最大の位置にします。
3．負荷遮断器が「OFF」になっている事を確認します。
4．電動機を始動します。
5．界磁調整器を調整し、界磁電流 If(A)を順次増加させその時の誘導起電力 E(V)を測定し、表 13-1 に記録します。
6．誘導起電力 E(V)の指示値が 130%～150%になって飽和現象が現れてきたら界磁電流 If(A)を順次減少させ、同じく表 13-1 に記録します。
7．前項[無負荷飽和特性試験(他励)]で行った測定結果より表 13-2 を計算し記録します。
8．表 13-1 および表 13-2 の記録から図 13-1 を描きます。

表 13-1

自励特性

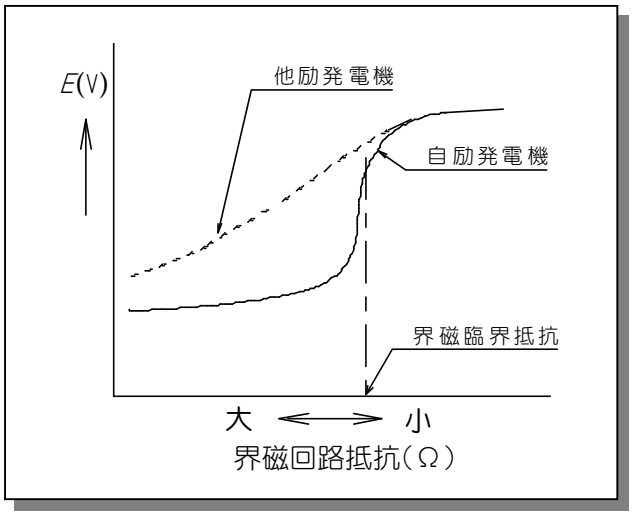
界磁電流 IF(A)	誘導起電力 E(V)	界磁回路抵抗 Rf(Ω)

表 13-2

他励特性

界磁電流 IF(A)	誘導起電力 E(V)	界磁回路抵抗 Rf(Ω)

図 13-1

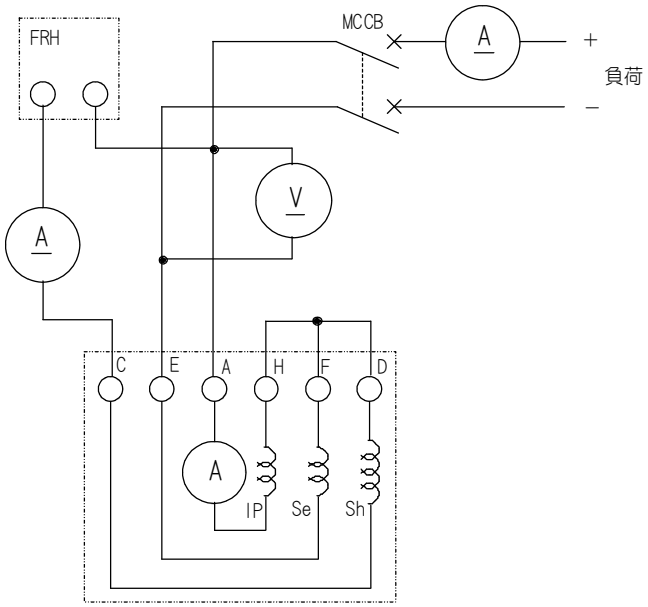


14.直流複巻発電機　[負荷特性試験]

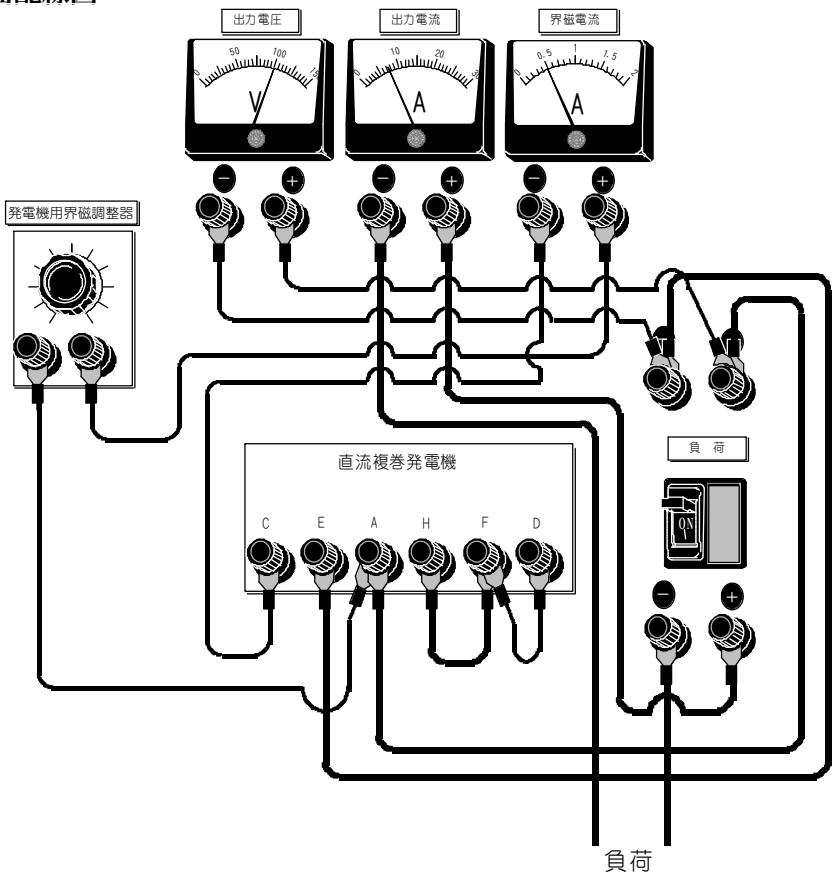
直流発電機の負荷電流 Ia(A)に対する端子電圧 V(V)の変化を求め、その関係を調べます。
直流発電機の電圧降下の主な原因は、電機子巻線抵抗 Ra(Ω)およびブラシ抵抗 Rb(Ω)による電圧降下 (Ra＋Rb)･Ia(V)と電機子反作用による誘導起電力 E(V)の減少 Ea(V)があります。
したがって、直流発電機の端子電圧 V(V)は次のようになります。

V＝E－ {(Ra＋Rb)Ia＋Ea}

■配線図



■盤面配線図



14.直流複巻発電機　[負荷特性試験]

■実験順序

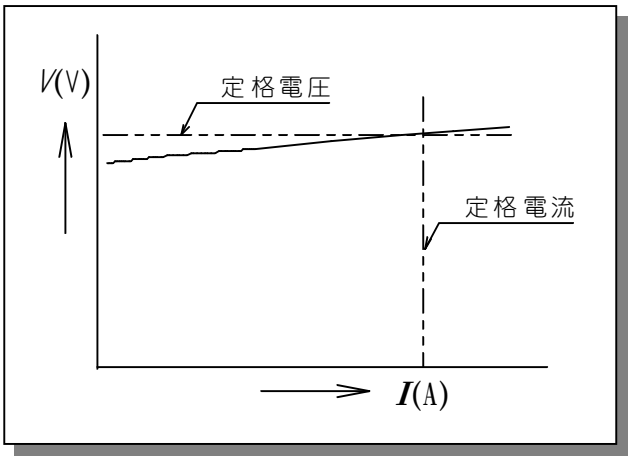
1．盤面配線図を参考にして結線をします。
2．界磁調整器のハンドルを抵抗最大の位置にします。
3．負荷遮断器が「OFF」になっていることを確認します。
4．電動機を始動します。
5．負荷遮断器を「ON」にします。
6．負荷および発電機用界磁調整器を調整し、定格負荷電流で定格電圧になるようにします。
7．負荷遮断器を「OFF」にし、この時の端子電圧 Vo(V)を記録します。
8．負荷遮断器を「ON」にし、順次負荷電流を変化させ（0～130%負荷くらいまで）この時の負荷電流 I(A)、端子電圧 V(V)、界磁電流 If(A)を表 14-1 に記録します。
9．表 14-1 から図 14-1 を描きます。
10．電圧変動率を計算します。

$$\text{電圧変動率（\%）} = \frac{\text{無負荷時の電圧 Vo(V)} - \text{定格負荷時の電圧 Vn(V)}}{\text{定格負荷時の電圧 Vn(V)}} \times 100$$

表 14-1

負荷電流 I(A)	端子電圧 (V(V)	界磁電流 If(A)

図 14-1

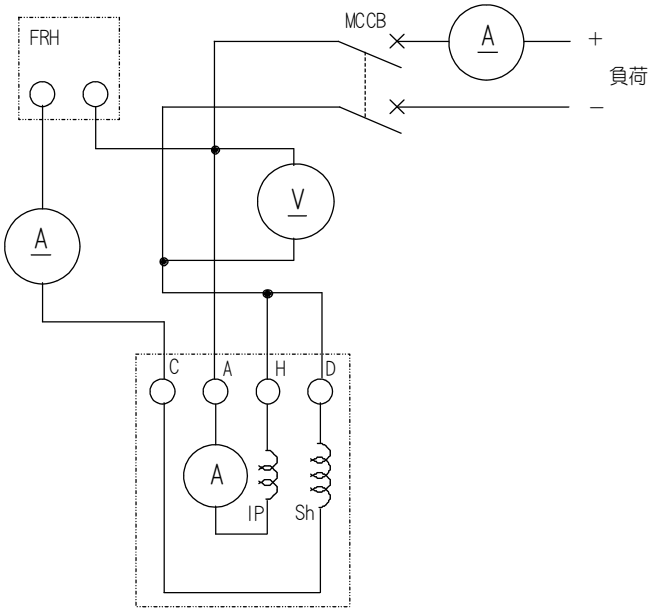


15.直流分巻発電機　[負荷特性試験]

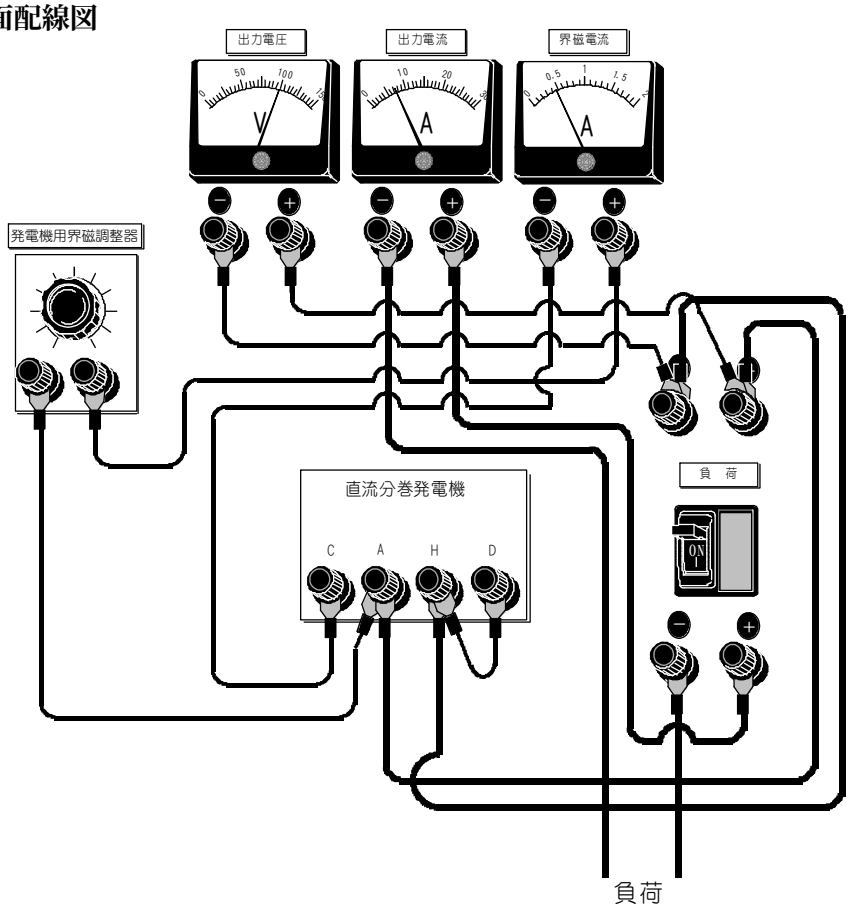
直流発電機の負荷電流 Ia(A)に対する端子電圧 V(V)の変化を求め、その関係を調べます。
直流発電機の電圧降下の主な原因は、電機子巻線抵抗 Ra(Ω)およびブラシ抵抗 Rb(Ω)による電圧降下 (Ra＋Rb)･Ia(V)と電機子反作用による誘導起電力 E(V)の減少 Ea(V)があります。
したがって、直流発電機の端子電圧 V(V)は次のようになります。

V＝E－ {(Ra＋Rb)Ia＋Ea}

■配線図



■盤面配線図



15.直流分巻発電機　[負荷特性試験]

■実験順序

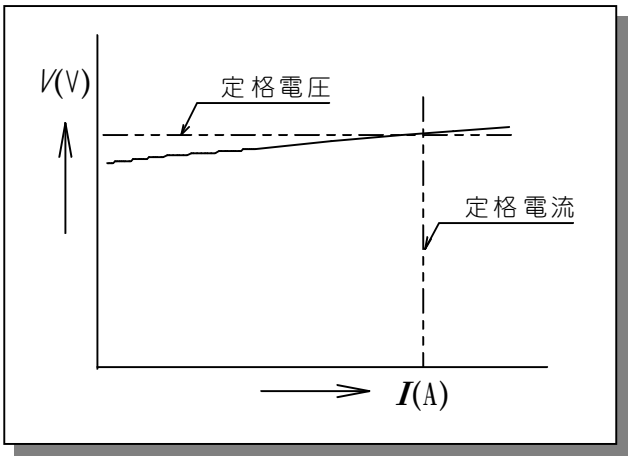
1．盤面配線図を参考にして結線をします。
2．界磁調整器のハンドルを抵抗最大の位置にします。
3．負荷遮断器が「OFF」になっていることを確認します。
4．電動機を始動します。
5．負荷遮断器を「ON」にします。
6．負荷および発電機用界磁調整器を調整し、定格負荷電流で定格電圧になるようにします。
7．負荷遮断器を「OFF」にし、この時の端子電圧 Vo(V)を記録します。
8．負荷遮断器を「ON」にし、順次負荷電流を変化させ（0～130%負荷くらいまで）この時の負荷電流 I(A)、端子電圧 V(V)、界磁電流 If(A)を表 15-1 に記録します。
9．表 15-1 から図 15-1 を描きます。
10．電圧変動率を計算します。

$$\text{電圧変動率（\%）} = \frac{\text{無負荷時の電圧 Vo(V)} - \text{定格負荷時の電圧 Vn(V)}}{\text{定格負荷時の電圧 Vn(V)}} \times 100$$

表 15-1

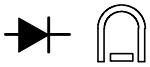
負荷電流 I(A)	端子電圧 (V(V)	界磁電流 If(A)

図 15-1



16.付録　[指示計器の新表示法]

JIS C 1102 の改正に伴い指示計器の表示記号が変更となりました。

表示項目		旧 JIS 表示記号	新 JIS 表示記号	備考
測定量の単位と種類(測定素子数)の分離		A～	A	単位は変更無し 種類は動作原理記号等と同位置に配置
動作原理	可動ｺｲﾙ形			一部見直し
	可動鉄片形			
	整流形			
	ﾄﾗﾝｽﾃﾞｭｰｻ形			
	ﾊﾞｲﾒﾀﾙ形	無し		
測定量の種類及び測定素子数	直流			測定素子数別に分割
	単相交流			
	三相交流		3～	
	三相単測定素子		3～1E	
	三相4線1測定素子		3N～1E	
	三相2測定素子		3～2E	
	三相4線3測定素子		3N～3E	
精度階級		CLASS 2.5	2.5	「CLASS」不要
取付姿勢				変更無し
試験電圧		非表示		表示例は、2kV
使用回路電圧表示		LINE MAX.500V		非表示
付属品	分流器	EXT.SHUNT		記号で表示
	直列抵抗	EXT.MULTI		
	外部ﾃﾞﾊﾞｲｽ	EXT.TRANSDUCER		
JIS 規格表示		JIS C 1102		ﾏｰｸのみ表示
別文書		⚠	⚠	変更無し
変成比	変圧器	PT6600:110V	VT6600/110V	
	変流器	CT150:5A	CT150/5A	